

posobie / Pod obshch. red. V.M. Drinchi. – Voronezh: NPO «MODEK», 2010. – 432 s.

6. Patent Rossii No. 2759788 S1 MPK B07B 9/00 (2006.01). Mobilnyi zernoochistitelnyi agregat / Lekanov S.V., Strikunov N.I. 2020135095; zaivl. 26.10.2020; opubl.: 17.11.2021. Biul. No. 32.

7. Giachev L.V. Dvizhenie sypuchikh materialov v trubakh i bunkerakh / L.V. Giachev. – Moskva: Mashinostroenie, 1968. – 184 s.

8. Lekanov S.V. Mobilnye tekhnologii v posleuborochnoi obrabotke zerna i semian / S.V. Lekanov, N.I. Strikunov // Aktualnye agrosistemy. – 2022. – No. 1-2. – S. 38-39.



УДК 361.362

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-221-3-98-104

С.В. Леканов, Н.И. Стрикунов, И.Н. Стрикунов

S.V. Lekanov, N.I. Strikunov, I.N. Strikunov

## РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВО НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

### DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF NEW TECHNICAL SOLUTIONS FOR POST-HARVEST GRAIN HANDLING TECHNOLOGIES

**Ключевые слова:** зерновой ворох, предварительная очистка, первичная очистка, трудноотделимые примеси, триерная очистка, сушилка, технологическая операция.

Оснащение зернопроизводящих хозяйств современной зерноочистительной техникой и передовыми технологиями для очистки зерна является весьма актуальным направлением в сельскохозяйственном производстве. Строительство комплексов послеуборочной обработки зерна для фермерских хозяйств остаётся актуальным направлением. В представленной работе предложена современная технология послеуборочной обработки зерна для крестьянско-фермерского хозяйства, проведено описание всех возможных технологических схем работы. Решена достаточно сложная задача, начиная с этапа проектирования и реализации технологических решений по послеуборочной обработке зерна в хозяйстве. Практика показывает, что те технологии, которые реализованы по индивидуальным проектам для конкретного хозяйства, могут получить распространение и на другие хозяйства, но с учётом особенностей этих хозяйств. Конечно, современные более совершенные технологии должны иметь и научное обоснование принимаемых технологических решений. Такие исследования требуют практической реализации с получением конкретных результатов. Разработанная технология была внедрена в уборочный сезон 2021 г. Необходимо отметить, что была апробирована практика применения дизель-генератора для обеспечения работы комплекса. Практика применения этого технического решения на протяжении всего уборочного сезона принесла положительные результаты. Помимо этого при работе зерноочистительно-сушильного комплекса были апробированы и другие проектные реше-

ния. Практически были проведены испытания комплекса на всех описанных технологических схемах работы, что и было отражено в акте внедрения. Также проведено обучение машинистов для работы на очистительном и сушильном отделениях комплекса. Проведенная работа начиная с экспертизы, разработки, проектирования и внедрения комплекса показывает, что выбранное направление оказалось наиболее эффективным для данного крестьянско-фермерского хозяйства.

**Keywords:** grain heap, preliminary cleaning, primary cleaning, hard-to-separate impurities, trier cleaning, dryer, technological operation.

Equipping grain-producing farms with modern grain cleaning equipment and advanced technologies for grain cleaning is a very relevant area in agricultural production. The construction of complexes for post-harvest grain handling for farms remains an important area. A modern technology of post-harvest grain handling for a peasant farm is proposed; a description of all possible technological schemes is carried out. A rather difficult task has been solved, starting from the stage of designing and implementing technological solutions for post-harvest grain handling on a farm. Practice shows that those technologies that are implemented on individual projects for a particular farm may be extended to other farms but taking into account the characteristics of these farms. Certainly, modern, more advanced technologies should also have a scientific justification for the technological decisions made. Such studies require practical implementation with concrete results. The developed technology was introduced in the 2021 harvesting season. It should be noted that the practice of using a diesel generator to ensure the operation of the complex was tested. The practice of applying this technical solution

throughout the harvesting season has brought positive results. In addition, other design solutions were tested during the operation of the grain cleaning and drying complex. In practice, the complex was tested on all the described technological schemes of work which was reflected in the act of implementation. Machinery operators were also

trained to work in the cleaning and drying departments of the complex. The work carried out, starting with the examination, development, design and implementation of the complex, shows that the chosen direction turned out to be the most effective for this peasant farm.

**Леканов Сергей Валерьевич**, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: serrg333@mail.ru.

**Стрикунов Николай Иванович**, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: strikunov555@mail.ru.

**Стрикунов Иван Николаевич**, генеральный директор, ООО «Алтай-Зерноочистка», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: Strikunovi@yandex.ru.

**Lekanov Sergey Valerevich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: serrg333@mail.ru.

**Strikunov Nikolay Ivanovich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: strikunov555@mail.ru.

**Strikunov Ivan Nikolaevich**, General Director, ООО "Altai-Zernoochistka", Barnaul, Russian Federation, e-mail: Strikunovi@yandex.ru.

### Введение

Главным направлением в развитии сельского хозяйства на ближайшие годы по-прежнему остаётся увеличение производства зерна. От уровня производства зерна зависит не только удовлетворение потребностей страны в главном продукте питания – хлебе, но и обеспечение пищевой промышленности сырьём. Именно поэтому решение зерновой проблемы имеет большое государственное значение, так как необходимы определённые стратегические ресурсы и запасы зерна.

В последнее время всё настойчивее ставится задача по разработке индивидуальных проектов технологических линий послеуборочной обработки зерна для фермерских хозяйств. Решение этого вопроса связано с развитием и производством современных высокопроизводительных зерноочистительных машин.

Современные исследования в области послеуборочной обработки зерна показывают, что нужно не только обеспечить эти технологии машинами, но и выполнить их стыковку по производительности высокого качества конечного продукта.

Проблемная ситуация в области послеуборочной обработки состоит в том, что, с одной стороны, постоянно растут требования к качеству очистки зерна, снижению расхода энергии, металла, с другой стороны, традиционные технологии и применяемые машины не могут обеспечить выполнение этих требований. Поэтому при разработке новых технологий в индивидуальном порядке эти положения необходимо учитывать.

В этой связи **цель** – разработать технологию зерноочистительно-сушильного комплекса для крестьянско-фермерского хозяйства.

#### Задачи разработки:

1) провести профессиональную экспертизу токового хозяйства на предприятии;

2) разработать технологию обработки зерна на основе новых технических решений с обоснованным выбором технологического оборудования и внедрить ее в хозяйстве.

### Основная часть

Представляем один из многочисленных вариантов зерноочистительно-сушильного комплекса, выполненный по индивидуальному проекту и внедрённый в фермерском хозяйстве (рис. 1).

Приемное отделение комплекса осуществляет прием и предварительную очистку зернового вороха, поступающего от комбайнов.

Проездная завальная (рис. 2) яма дает возможность разгрузки большегрузных автомобилей. Вместимость завальной ямы 60 т. Этого объема достаточно для обеспечения безостановочной работы комплекса только в режиме предварительной и первичной очистки около одного часа.

Работа комплекса по полнопоточной схеме. Исходный зерновой материал из завальной ямы (2) норией загрузочной НК-100 (4) подается на машину предварительной очистки СППЗ-100 (10), где происходит выделение незерновых отходов (так называемого «мертвого» сора).

Предварительно очищенное зерно далее направляется на промежуточную норию НК-50 (11), которая загружает машину первичной

очистки TAS-154A4-4 (13). На данном этапе очистки выделяется фуражное зерно с получением зерна продовольственных кондиций (в случае малого содержания трудноотделимых примесей). При значительном содержании трудноотделимых примесей (овсюга и гречишки татарской) обрабатываемый материал второй промежуточной норией НК-50 (14) направляется в триерные блоки Т-12 (17), где происходит выделение длинных и коротких примесей, которые направляются в бункер фуражных отходов, посредством двух скребковых транспортеров КС-200 (26, 27). Для повышения эффективности работы машин все нории в верхней головке имеют бункера-распределители.

В случае поступления влажного зерна в работу включается сушилка. Поэтому зерно, прошедшее предварительную очистку, сначала

направляется на сушку, а после сушки дальше по технологической схеме на машину первичной очистки зерна. Таким образом, сушилка работает в составе технологической линии.

Машины и транспортное оборудование очистительного отделения комплекса (без сушилки) управляются дистанционно от пульта управления технологической линии, который оснащен системой блокировки и сигнализации (табл. 1). При аварийных ситуациях этим обеспечивается надежность защиты оборудования от завалов зерном и неправильных включений. Это также дает возможность работать комплексу по различным технологическим схемам, которые определяются состоянием обрабатываемого материала и видом получаемого зерна (семенное, продовольственное).

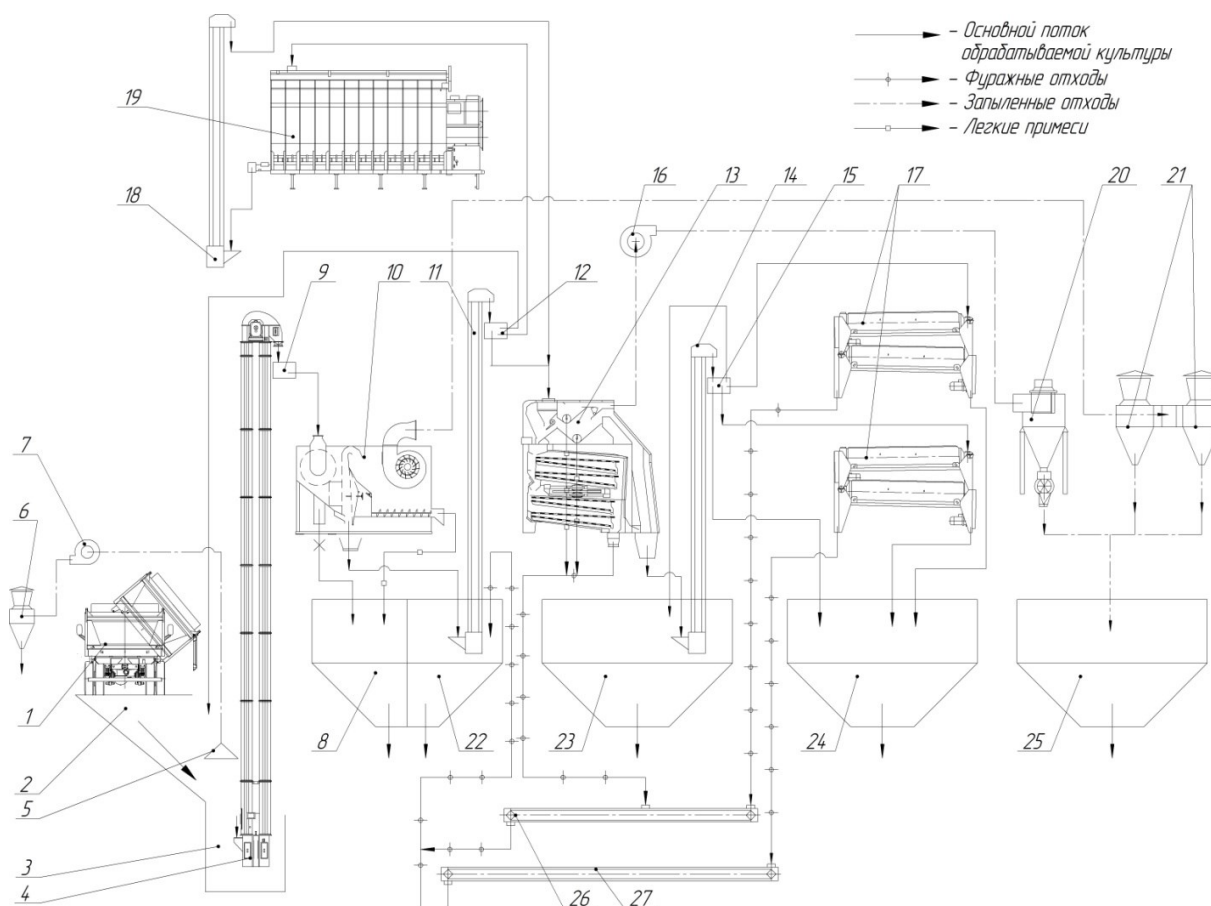


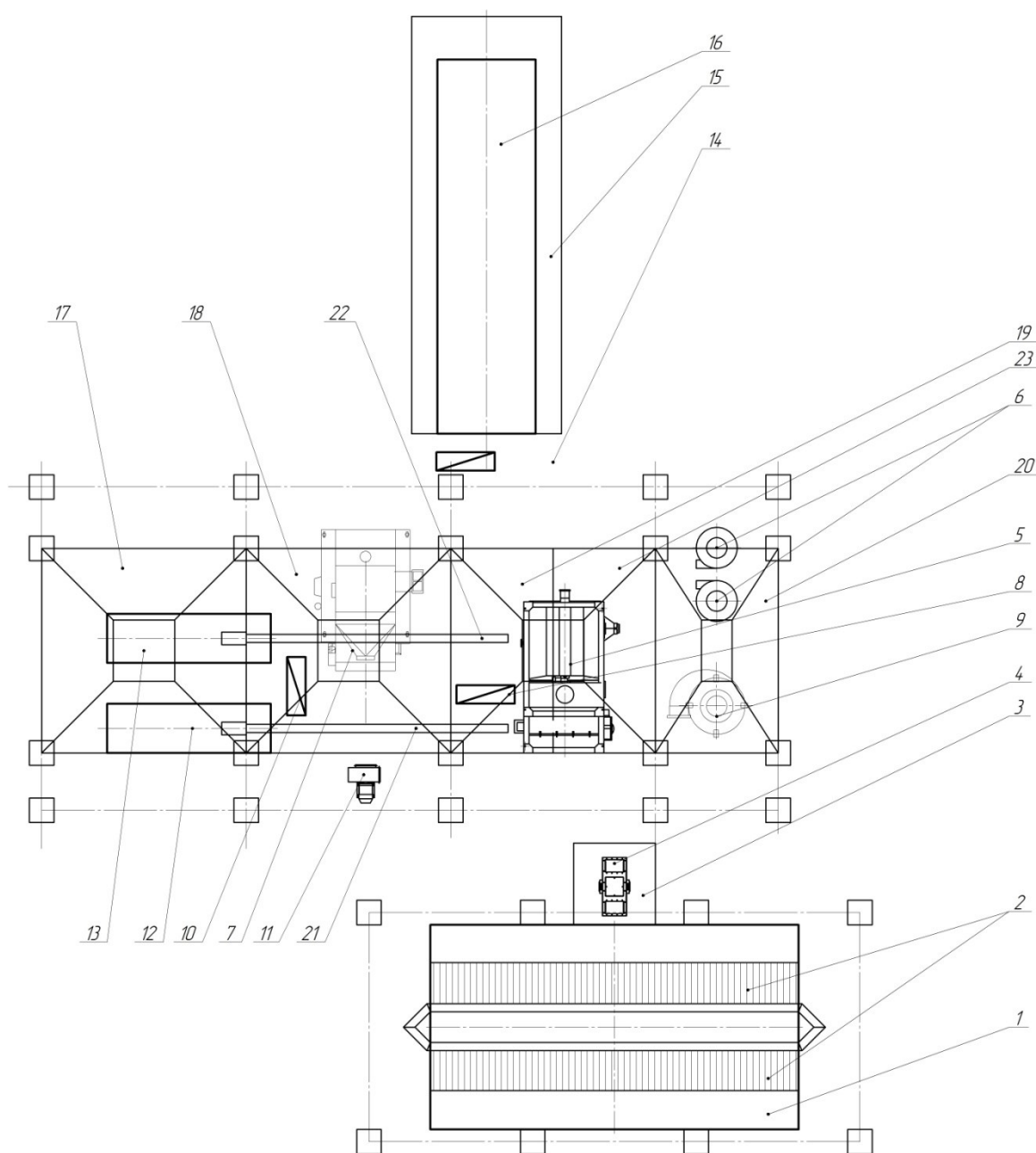
Рис. 1. Технологическая схема зерноочистительно-сушильного комплекса:

- 1 – грузовой автомобиль с боковой разгрузкой; 2 – завальная яма в проездном варианте; 3 – приямок;
- 4 – нория загрузочная НК-100; 5 – зонтик; 6 – циклон; 7 – вентилятор; 8 – бункер мертвых отходов;
- 9 – бункер-распределитель; 10 – сепаратор СППЗ-100; 11 – нория промежуточная НК-50;
- 12 – бункер-распределитель; 13 – машина TAS-154A4-4; 14 – нория НК-50; 15 – бункер-распределитель;
- 16 – вентилятор машины TAS-154A4-4; 17 – триер Т-12 (2 шт.); 18 – нория отгрузочная НК-50;
- 19 – зерносушилка «Алтай-27»; 20 – циклон машины TAS-154A4-4; 21 – циклон машины СППЗ-100 (2 шт.);
- 22 – бункер фуражных отходов; 23 – бункер чистого зерна; 24 – бункер чистого зерна;
- 25 – бункер аспирационных отходов; 26 – транспортер скребковый КС-200;
- 27 – транспортер скребковый ТС-200

Рассмотрим работу основных технологических схем комплекса.

**Схема 1. Работа комплекса при очистке зерна кондиционной влажности.** При работе по этой схеме зерновой ворох из автомобиля выгружается в завальную яму и норийей НК-100 подается на машину предварительной очистки. Пройдя предварительную очистку, зерно промежуточной норийей поднимается вверх и по зерно-

проводу направляется в машину первичной очистки. В этой машине зерно подвергается воздушной сепарации для выделения легких примесей, а эффективность их выделения зависит от правильной регулировки скорости воздушного потока. В осадочной камере воздушный поток очищается от легких примесей и направляется в циклон, а потом очищенный воздух выбрасывается в атмосферу.



**Рис. 2. План размещения оборудования:**

- 1 – завальная яма; 2 – трап; 3 – приямок; 4 – нория загрузочная НК-100; 5 – сепаратор СППЗ-100; 6 – циклон сепаратора СППЗ-100; 7 – машина ТАС-154А4-4; 8 – нория промежуточная НК-50; 9 – циклон машины ТАС-154А4-4; 10 – нория отгрузочная НК-50; 11 – вентилятор машины ТАС-154А4-4; 12, 13 – триер Т-12; 14 – нория сушилки отгрузочная НК-50; 15 – фундамент зерносушилки; 16 – зерносушилка «Алтай-27»; 17 – бункер чистого зерна; 18 – бункер чистого зерна; 19 – бункер фуражных отходов; 20 – бункер пылевидных отходов; 21, 22 – транспортер фуражных отходов; 23 – бункер мертвых отходов

После очистки на решетках зерно промежуточной норией подается на два триера Т-12, где происходит его очистка от длинных и коротких примесей.

Эта схема практически повторяет полнопоточную в случае, когда в исходном материале содержится значительное количество трудноотделимых примесей. В этом случае производительность линии будет минимальной, так как триерная очистка является лимитирующей производительность технологической операцией. Циклон машины первичной очистки в нижней части имеет шлюзовый затвор для принудительной разгрузки пылевидных отходов.

**Схема 2. Работа комплекса при очистке зерна кондиционной влажности без триеров.** При малом содержании трудноотделимых примесей в исходном материале триерные блоки отключают. В этом случае повторяется схема 1. При работе линии в режиме предварительной и первичной очистки обеспечивается максимальная производительность.

После очистки зерна на машине первичной очистки промежуточная нория не подает его на триерные блоки, а за счет бункера-распределителя заполняет два бункера очищенного зерна. При этом скребковые транспортеры работают.

**Схема 3. Работа отделения приема, очистки и сушки влажного зерна.** При поступлении влажного зерна технологический процесс работы протекает по-другому. Привязка сушилки к очистительному отделению должна быть такой, чтобы общее снижение производительности линии очистки было минимальным. Для этого требуется сушилка высокой производительности (этим условиям удовлетворяет сушилка «Алтай-27») (рис. 3). Наиболее предпочтительным вариантом является включение в технологию колонковой сушилки, работающей на газе. Очевидно, что в этом есть преимущество при сушке масличных и крупяных культур – отсутствие запаха от продуктов сгорания топлива.



Рис. 3. Зерноочистительно-сушильный комплекс в (К(Ф)Х «Никулин А.Н.» Каменского района

В отличие от схемы 2 обрабатываемый материал после предварительной очистки направляется на сушилку, а не на первичную очистку. Высушенное зерно промежуточной норией НК-50 подается на первичную очистку и далее по схеме.

В качестве рекомендации руководителю хозяйства: в дальнейшем можно предусмотреть работу сушилки в автономном режиме с соб-

ственным приемным бункером и предварительной очисткой.

Управление рабочим процессом сушки производится собственным пультом управления.

Описанные варианты технологических схем работы комплекса позволяют маневрировать с их выбором при послеуборочной обработке зерна, что в конечном итоге не приведет к затягиванию сроков уборки.

Таблица

**Установленная мощность оборудования зерноочистительного комплекса**

| № п/п | Наименование машин и технологического оборудования сортировального отделения | Кол-во эл. двигат. шт. | Мощность эл. двигателей, кВт |
|-------|--|------------------------|------------------------------|
| 1     | Нория загрузочная НК-100   | 1                      | 7,5                          |
| 2     | Машина предварительной очистки СППЗ-100                                      |                        |                              |
| 2.1   | привод вентилятора   | 1                      | 11,0                         |
| 2.2   | привод барабана  | 1                      | 0,75                         |
| 2.3   | привод шнека вывода легких примесей  | 1                      | 0,75                         |
| 3     | Нория промежуточная НК-50  | 1                      | 5,5                          |
| 4     | Машина первичной очистки ТАС-154А4-4   |                        |                              |
| 4.1   | привод вентилятора   | 1                      | 11,0                         |
| 4.2   | привод решет   | 1                      | 2,2                          |
| 4.3   | привод шнеков отходов  | 1                      | 0,75                         |
| 5     | Нория загрузки триеров Т-12 – 2 шт.  | 1                      | 5,5                          |
| 6     | Триер Т-12 №1  | 2                      | 3,+3,0                       |
| 7     | Триер №-12 №2  | 2                      | 3,0+3,0                      |
| 8     | Скребок транспортер триера КС-200 № 1  | 1                      | 1,5                          |
| 9     | Скребок транспортер триера КС-200 № 2  | 1                      | 1,5                          |
| 10    | Нория отгрузки сухого зерна после сушки                                      | 1                      | 5,5                          |
| 11    | Зерносушилка «Алтай-27» (отдельный пульт)                                    | 1                      | 40                           |
| 12    | Вентилятор приямка   | 1                      | 3,0                          |
|       | Мощность суммарная всей линии  |                        | 108,45                       |

### Заключение

1. При проектировании технологий послеуборочной обработки зерна должны учитываться технологические возможности зерноочистительных машин, входящих в эти технологии, причём на каждой технологической операции.

2. Выполнение проекта для конкретного фермерского хозяйства требует от разработчика максимально ответственного подхода к выбору машин и их размещению в технологической линии.

3. При создании новых технологий всегда имеется потребность научного обоснования принимаемых решений технического и технологического характера, соблюдения норм по охране окружающей среды и возможности существенного снижения энергоресурсопотребления.

4. Впервые в данном хозяйстве для работы сушилки был использован автономный источник энергопотребления с применением дизель-генератора.

**Библиографический список**

1. Drincha, V., Tsench, Yu. (2020). Fundamentals and Prospects for the Technologies Development for Post-Harvest Grain Processing and Seed Preparation. *Agricultural Machinery and Technologies*. 14. 17-25. DOI: 10.22314/2073-7599-2020-14-4-17-25.

2. Пермяков, В. Н. Технологии и технические средства очистки зерна / В. Н. Пермяков, И. Р. Ганеев, С. Г. Мударисов; Башкирский государственный аграрный университет. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2021. – 104 с. – Текст: непосредственный.

3. Галкин, В. Д. Технологии, машины и агрегаты послеуборочной обработки зерна и подготовки семян / В. Д. Галкин, А. Д. Галкин; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2021. – 234 с.

4. Стрикунов, Н. И. Технологические основы компоновки оборудования семяочистительных линий / Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (207). – С. 99-104. – DOI: 10.53083/1996-4277-2022-207-1-104-108.

5. Иванов, Н. М. Технологии и техника для послеуборочной обработки зерна и семян: монография / Н. М. Иванов, Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов; СФНЦА РАН. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2021. – 277 с. – Текст: непосредственный.

6. Стрикунов, Н. И. Поточная линия для послеуборочной обработки зерна и семян / Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов, А. В. Ровенских. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2003. – № 1 (9). – С. 37-39.

7. Леканов, С. В. Совершенствование технологии очистки семян зерновых и технических культур / С. В. Леканов, Н. И. Стрикунов, Р. А. Куницын. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 7 (201). – С. 110-115.

**References**

1. Drincha, V., Tsench, Yu. (2020). Fundamentals and Prospects for the Technologies Development for Post-Harvest Grain Processing and Seed Preparation. *Agricultural Machinery and Technologies*. 14. 17-25. DOI: 10.22314/2073-7599-2020-14-4-17-25.

2. Permiakov V.N. Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva ochildki zerna / V.N. Permiakov, I.R. Ganeev, S.G. Mudarisov; Bashkirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. – Ufa: Bashkirskii GAU, 2021. – 104 s.

3. Galkin V.D. Tekhnologii, mashiny i agregaty posleuborochnoi obrabotki zerna i podgotovki semian / V.D. Galkin, A.D. Galkin. – Perm: IPTs «Prokrostie», 2021. – 234 s.

4. Strikunov N.I. Tekhnologicheskie osnovy komponovki oborudovaniia semiaochistitelnykh linii / N.I. Strikunov, S.V. Lekanov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – No. 1 (207). – S. 99-104.

5. Tekhnologii i tekhnika dlia posleuborochnoi obrabotki zerna i semian: monografiia / N.M. Ivanov, N.I. Strikunov, S.V. Lekanov; SFNTsA RAN. – Novosibirsk: SFNTsA RAN, 2021. – 277 s.

6. Strikunov N.I., Lekanov S.V., Rovenskikh A.V. Potochnaia liniia dlia posleuborochnoi obrabotki zerna i semian // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2003. – No. 1 (9). – S. 37-39.

7. Lekanov S.V. Sovershenstvovanie tekhnologii ochildki semian zernovykh i tekhnicheskikh kultur / S.V. Lekanov, N.I. Strikunov, R.A. Kunitsyn // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – No. 7 (201). – S. 110-115.

